

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift ⑩ DE 100 50 200 A 1

⑤ Int. Cl. 7:
H 01 J 37/147
H 01 J 37/317
H 01 L 21/265
G 03 F 1/16

⑲ Aktenzeichen: 100 50 200.8
⑳ Anmeldetag: 11. 10. 2000
㉑ Offenlegungstag: 10. 5. 2001

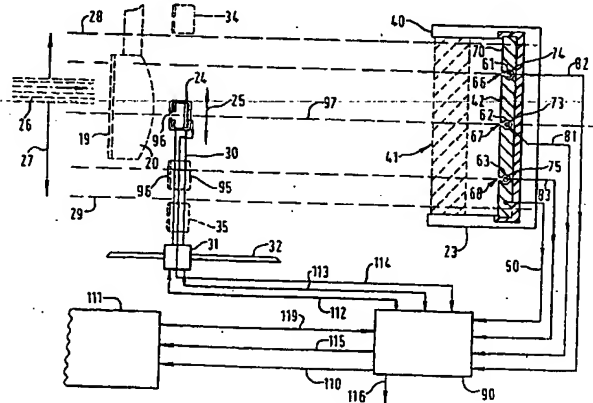
DE 100 50 200 A 1

③① Unionspriorität:
99241796 12. 10. 1999 GB
⑦① Anmelder:
Applied Materials, Inc., Santa Clara, Calif., US
⑦④ Vertreter:
Kahler, Käck & Fiener, 86899 Landsberg

⑦② Erfinder:
Mitchell, Robert John Clifford, Pulborough, West
Sussex, GB; Wauk, Michael T., Bode Hill Lane,
West Sussex, GB; Ruffell, John, Sunnyvale, Calif.,
US; Glavish, Hilton, Incline Village, Nev., US;
Kindersley, Peter, Horsham, West Sussex, GB

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Ionenimplantationsanlage und Strahlblende dafür
⑤⑦ Eine Strahlblende (23) weist ein Ladungsauffangelement (40) auf, das sich in der Abtastrichtung eines rasterförmig geführten Strahls auf weniger als dem abgetasteten Gesamtabstand erstreckt, so daß eine Änderung des Ladungssignals, das von dem Auffangelement gewonnen wird, ein Zeitsignal zur Verwendung bei der Überwachung der Ausrichtung des rasterartig geführten Strahls liefern kann. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die Strahlblendenplatte (42) Schlitze (65-69) auf, die zu Öffnungen (60-64) führen, welche Ladungsauffangstäbe (73-75) enthalten, die innerhalb der Dicke der Strahlblendenplatte (42) angeordnet sind.



DE 100 50 200 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Ionenimplantationsanlagen und eine Strahlblende, die in einer Ionenimplantationsanlage verwendet wird.

Ionenimplantationsanlagen wurden viele Jahre bei der Bearbeitung von Halbleiterwafern verwendet. Typischerweise wird ein Strahl von Ionen einer erforderlichen Spezies erzeugt und auf einen Wafer oder ein anderes Halbleitersubstrat gerichtet, so daß Ionen unter die Oberfläche des Wafers implantiert werden. Die Implantation wird typischerweise zum Erzeugen von Bereichen mit einem geänderten Leitfähigkeitszustand im Halbleiterwafer verwendet, indem Ionen einer erforderlichen Dotierungssubstanz in den Wafer implantiert werden.

Bekannte Ionenimplantationsanlagen umfassen Serien-Implantationsanlagen, die z. B. im US-Patent Nr. 4733091 (auf Applied Materials, Inc. übertragen) beschrieben sind, und Ein-Wafer-Implantationsanlagen, die z. B. im US-Patent Nr. 5229615 (auf Eaton Corporation übertragen) beschrieben sind. In typischen Serien-Implantationsanlagen werden Wafer, die implantiert werden, in jeder von zwei im wesentlichen orthogonalen Richtungen wiederholt mechanisch rasterartig durch einen ortsfesten Ionenstrahl geführt, um eine gleichmäßige Implantationsdosis über der gesamten Waferoberfläche sicherzustellen. In typischen Ein-Wafer-Implantationsanlagen wird der Ionenstrahl selbst quer in einer orthogonalen Richtung mit einer relativ hohen Abtastgeschwindigkeit rasterartig geführt und der einzelne implantierte Wafer wird über den rasterartig geführten Strahl im wesentlichen in einer zweiten orthogonalen Richtung mechanisch hin- und hergeschoben.

In Ein-Wafer-Implantationsanlagen kann der Ionenstrahl elektrostatisch oder elektromagnetisch rasterartig geführt werden, und es ist übliche Praxis, den rasterartig geführten Strahl zu kollimieren, so daß der auf den Wafer auftreffende Strahl während der Abtastung zu einer gewünschten Strahlrichtung parallel bleibt.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Implantationsanlage mit einer Vorkehrung zum Einrichten der korrekten Ausrichtung und Positionierung des rasterartig geführten Strahls relativ zum zu implantierenden Wafer.

Ferner soll eine Strahlblende zur Verwendung in einer Implantationsanlage mit rasterartig geführtem Strahl bereitgestellt werden.

Folglich stellt die Erfindung in einem Aspekt eine Strahlblende für eine Ionenimplantationsanlage bereit, wobei der Ionenstrahl in mindestens einer Richtung quer zum Strahlweg rasterartig geführt wird, wobei die Strahlblende eine Abmessung aufweist, die sich in der einen Richtung erstreckt, um den Strahl über seine Abtastung in der einen Richtung zu empfangen, und mindestens ein Ladungsauffangelement umfaßt, das eine Oberfläche vorsieht, die zum Empfangen von Ionen in dem Strahl freiliegt, wobei sich die freiliegende Oberfläche in der einen Richtung auf einer Strecke erstreckt, die geringer ist als die Abmessung, so daß das Ladungsauffangelement Strahlionen während nur eines Teils der Abtastung des Strahls in der einen Richtung empfängt.

Bei dieser Anordnung kann eine separate elektrische Verbindung mit dem Ladungsauffangelement hergestellt werden, und der Strom, der durch das Ladungsauffangelement vom Strahl, wenn er sich rasterartig hin- und herbewegt, empfangen wird, kann überwacht werden. Da das Ladungsauffangelement Strahlionen nur während eines Teils der Abtastung des Strahls empfängt, weisen die Stromsignale vom Ladungsauffangelement eine charakteristische Form auf,

die sich synchron mit der Abtastung des Ionenstrahls wiederholt. Durch Vergleichen des Zeitverlaufs der Merkmale dieser charakteristischen Form des Stromsignals mit dem Zeitverlauf der Abtastung des Ionenstrahls kann die Position des rasterartig geführten Strahls relativ zur Strahlblende selbst überwacht werden.

Vorzugsweise umfaßt die Strahlblende eine Strahlblendenplatte, die sich in die eine Richtung erstreckt, um den Strahl über die Abtastung des Strahls in der einen Richtung zu empfangen, wobei das Ladungsauffangelement von der Strahlblendenplatte elektrisch isoliert ist. Dann kann die Strahlblendenplatte eine Oberfläche aufweisen, die den Strahl empfängt, und das Ladungsauffangelement kann hinter der Oberfläche montiert sein, wobei die Oberfläche eine Öffnung vor dem Ladungsauffangelement aufweist, um Strahlionen durch die Oberfläche hindurchtreten zu lassen, damit sie auf das Auffangelement auftreffen. Auf diese Weise kann die freiliegende Oberfläche des Auffangelements in der Abtastrichtung des Strahls relativ klein gemacht werden, mit dem Ergebnis, daß das Stromsignal vom Ladungsauffangelement eine charakteristische Impulsform aufweist, wenn sich der Strahl rasterartig über die Öffnung in der Oberfläche der Strahlblendenplatte bewegt. Der Zeitverlauf dieses Impulses relativ zur Strahlrasterbewegung kann dann zum Überwachen der Stelle des rasterartig geführten Strahls relativ zur Strahlblende verwendet werden.

Die Strahlblendenplatte sollte normalerweise dick genug sein, um die Leistung des Ionenstrahls, der auf diese auftrifft, zu absorbieren. Die Platte wird normalerweise mit Wasser gekühlt. Typischerweise ist die Strahlblendenplatte in Strahlrichtung dicker als das Auffangelement und weist dann einen Hohlraum hinter der Öffnung in der Vorderfläche der Strahlblendenplatte auf, wobei das Auffangelement in diesem Hohlraum montiert ist.

Das Ladungsauffangelement kann ein Stab sein und die Öffnung in der Vorderfläche der Strahlblendenplatte kann ein Schlitz sein, wobei sich sowohl der Stab als auch der Schlitz dann quer zur Strahlabtastrichtung erstrecken.

Bei einem Ausführungsbeispiel umfaßt die Strahlblende einen Faraday-Becher mit Einzelladungsunterdrückung, welcher eine Öffnung aufweist, die sich in der einen Richtung erstreckt, um den Strahl über seine Abtastung in der einen Richtung zu empfangen, wobei das Ladungsauffangelement in dem Faraday-Becher angeordnet ist. Dann befindet sich die Strahlblendenplatte ebenfalls in dem Faraday-Becher und ist gewöhnlich vom Faraday-Becher isoliert, um zu ermöglichen, daß zum Überwachen des gesamten Strahlstroms, der in der Strahlblende absorbiert wird, ein Stromsignal aus der Platte gewonnen wird.

In jeweiligen bevorzugten Ausführungsbeispielen kann sich die Strahlblende, die Strahlblendenplatte oder die Öffnung des Faraday-Bechers über die gesamte Abtastung des Strahls erstrecken.

Bei einer bevorzugten Anordnung werden eine Vielzahl der Ladungsauffangelemente, die elektrisch voneinander isoliert sind, an verschiedenen Stellen entlang der Abtastrichtung vorgesehen. Einzelne charakteristische Stromsignale können dann von jedem der Ladungsauffangelemente gewonnen werden zur Verwendung beispielsweise mit einem beweglichen Faraday-Becher oder einem anderen Strahldetektor, wie hierin später beschrieben wird, zum Überwachen, daß der rasterartig geführte Strahl korrekt auf der Strahlblende zentriert ist, auf eine erforderliche Strahlrichtung ausgerichtet ist und während der Abtastung parallel bleibt.

Geeigneterweise sind drei Ladungsauffangelemente symmetrisch in der Strahlabtastrichtung verteilt.

Die Erfindung stellt auch eine Ionenimplantationsanlage

bereit mit einem Ionenstrahlgenerator, einem Abtaster zum rasterartigen Führen des Ionenstrahls in mindestens einer Richtung quer zum Strahlweg, einer Prozeßkammer, die den rasterartig geführten Strahl empfängt und eine Bearbeitungsstation in dem Weg des rasterartig geführten Strahls aufweist, in der ein Substrat bearbeitet werden kann, und einer Strahlendstation hinter der Bearbeitungsstation zum Stoppen des rasterartig geführten Strahls und zum Festlegen einer nominalen Mittellinie für den rasterartig geführten Strahl, wobei die Strahlendstation mindestens einen ortsfesten Strahldetektor umfaßt, der ein charakteristisches Signal liefert, wenn der Strahl rasterartig über den Detektor geführt wird. Vorzugsweise umfaßt die Implantationsanlage ferner eine Zentrierüberwachungsvorrichtung, die auf den Zeitverlauf der charakteristischen Signale von dem mindestens einen Strahldetektor anspricht, um ein Zentriersignal zu liefern, das die Zentrierung des Strahls relativ zu der nominalen Mittellinie anzeigt.

Vorzugsweise wird der oder jeder ortsfeste Strahldetektor aus einem jeweiligen Ladungsauffangelement in einer Strahlblende der vorstehend beschriebenen Art gebildet.

Eine Vielzahl der ortsfesten Strahldetektoren können symmetrisch um die nominale Mittellinie entlang der einen Richtung verteilt sein. Vorzugsweise ist der Abtaster wirksam zum rasterartigen Führen des Ionenstrahls gemäß einer symmetrischen Dreieckswellenform, wobei aufeinanderfolgende charakteristische Signale von jedem von irgendeinem Paar von symmetrisch entgegengesetzten ortsfesten Strahldetektoren jeweilige erste und zweite abwechselnde gleichmäßige Zeitabstände aufweisen, und die Zentrierüberwachungsvorrichtung das Zentriersignale als Funktion irgendeiner Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Zeitabstand für einen des Pairs von Detektoren und dem ersten und dem zweiten Zeitabstand für den anderen des Pairs liefert.

Bei einer weiteren Anordnung kann ein ortsfester Strahldetektor auf der nominalen Mittellinie angeordnet sein. Wenn der Abtaster wieder eine symmetrische Dreieckswellenform vorsieht, dann liefert die Zentrierüberwachungsvorrichtung das Zentriersignal als Funktion irgendeiner Ungleichmäßigkeit im Zeitabstand der aufeinanderfolgenden charakteristischen Signale von dem mittleren ortsfesten Strahldetektor.

Bei einer alternativen Anordnung kann ein ortsfester Strahldetektor in einem bekannten Abstand von der Mittellinie angeordnet sein und dann kann die Zentrierüberwachungsvorrichtung wirksam sein zum Vergleichen des Zeitverlaufs von charakteristischen Signalen aus dem Strahldetektor mit der Wellenform des Abtastsignals.

Vorzugsweise ist der Abtaster wirksam zum Ablenken des Strahls gemäß einem periodischen Abtastsignal mit einer einstellbaren Gleichstromkomponente zum Zentrieren des rasterartig geführten Strahls, und die Implantationsanlage umfaßt ferner eine Steuereinheit, die auf das Zentriersignal anspricht, zum Einstellen der Gleichstromkomponente, um den Strahl zu zentrieren.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel umfaßt die Implantationsanlage ferner einen Kollimator in Kombination mit dem Abtaster zum Parallelhalten des Weges des rasterartig geführten Strahls, einen beweglichen Strahldetektor, der stromaufwärts der Strahlendstation angeordnet ist und in der einen Richtung beweglich ist, wobei der bewegliche Strahldetektor ein zweites charakteristisches Signal liefert, wenn der Strahl rasterartig über den beweglichen Detektor geführt wird, und eine Ausrichtungsüberwachungsvorrichtung, die auf eine Funktion der Zeitverläufe der erstgenannten und der zweiten charakteristischen Signale reagiert, um ein Strahlausrichtungssignal zu liefern.

Vorzugsweise ist die Kombination aus dem Abtaster und dem Kollimator wirksam zum Ablenken des Strahls gemäß einem periodischen Abtastsignal und ist einstellbar zum Einstellen der Wegrichtung des parallelen rasterartig geführten Strahls, und die Implantationsanlage umfaßt ferner eine auf das Ausrichtungssignal reagierende Steuereinheit zum Steuern der Kombination aus dem Abtaster und dem Kollimator, um die Wegrichtung in Richtung einer erforderlichen Strahlwegrichtung einzustellen.

Vorzugsweise weist der bewegliche Strahldetektor ein Stellglied auf, das auf die Steuereinheit anspricht, um den Detektor in gewünschte Positionen in der einen Richtung zu bewegen, und die Steuereinheit ist wirksam zum Messen des Zeitverlaufs des ersten charakteristischen Signals bezüglich der Abtastwellenform, wenn der bewegliche Strahldetektor von dem Stellglied so positioniert wird, daß er den ortsfesten Strahldetektor nicht abschirmt, und zum Messen des Zeitverlaufs des zweiten charakteristischen Signals bezüglich der Abtastwellenform, wenn der bewegliche Strahldetektor vom Stellglied an einer vorbestimmten Stelle entlang der einen Richtung positioniert wird, wobei die vorbestimmte Stelle der Stelle des ortsfesten Detektors entlang der einen Richtung entspricht, wobei die Steuereinheit auf die gemessenen Zeitverläufe reagiert, um die Wegrichtung so einzustellen, daß die entsprechenden gemessenen Zeitverläufe im wesentlichen gleich sind.

In einem weiteren Aspekt stellt die vorliegende Erfindung eine Ionenimplantationsanlage bereit mit einem Ionenstrahlgenerator, einem Abtaster und einem Kollimator zum rasterartigen Führen des Ionenstrahls in mindestens einer Richtung quer zum Strahlweg und zum Parallelhalten des Weges des rasterartig geführten Strahls, einer Prozeßkammer, die den parallelen rasterartig geführten Strahl empfängt und eine Bearbeitungsstation in dem Weg des rasterartig geführten Strahls aufweist, in der ein Substrat bearbeitet werden kann, einer Strahlendstation hinter der Bearbeitungsstation zum Stoppen des rasterartig geführten Strahls, wobei die Strahlendstation mindestens zwei ortsfeste Strahldetektoren an jeweiligen beabstandeten Positionen entlang der einen Richtung umfaßt, wobei jeder Strahldetektor ein jeweiliges erstes charakteristisches Signal liefert, wenn der Strahl rasterartig über den ortsfesten Detektor geführt wird, einem beweglichen Strahldetektor, der stromaufwärts der Strahlendstation angeordnet ist und in der einen Richtung beweglich ist, wobei der bewegliche Strahldetektor ein zweites charakteristisches Signal liefert, wenn der Strahl rasterartig über den beweglichen Detektor geführt wird, und einer Parallelitätsüberwachungsvorrichtung, die auf eine Funktion von zumindest den Zeitverläufen der ersten charakteristischen Signale und der zweiten charakteristischen Signale an mindestens zwei beabstandeten Positionen des beweglichen Strahldetektors entlang der einen Richtung anspricht, um ein Kollimationssignal zu liefern, das die Parallelität des rasterartig geführten Strahls anzeigt.

Vorzugsweise weist der bewegliche Strahldetektor dann ein Stellglied auf, das auf die Steuereinheit anspricht, um den Detektor in eine gewünschte Position in der einen Richtung zu bewegen, und die Steuereinheit ist wirksam zum Messen der Zeitverläufe der ersten charakteristischen Signale, wenn der bewegliche Strahldetektor von dem Stellglied so positioniert wird, daß er die jeweiligen ortsfesten Strahldetektoren nicht abschirmt, und zum Messen der Zeitverläufe der zweiten charakteristischen Signale, wenn der bewegliche Strahldetektor vom Stellglied an vorbestimmten Stellen entlang der einen Richtung positioniert wird, die jeweils den Stellen der ortsfesten Detektoren entsprechen, wobei die Parallelitätsüberwachungsvorrichtung auf die gemessenen Zeitverläufe reagiert, um das Kollimationssignal

zu liefern.

Das Substrat zur Bearbeitung ist typischerweise ein Halbleitersubstrat, aber Flach- und Polymersubstrate können auch verwendet werden.

Es folgt nur anhand von Beispielen eine Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf eine Ionenimplantationsanlage, die eine Strahlblende enthält, welche die vorliegende Erfindung verkörpert.

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Strahlblende von Fig. 1 in der Prozeßkammer der Ionenimplantationsanlage, welche ein System zum Steuern des Ionenstrahlabstasters und Kollimators gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung darstellt.

Fig. 3 eine vergrößerte Schnittdraufsicht auf die Strahlblende.

Fig. 4 eine vergrößerte Schnittansicht der Strahlblende in den Vertikalen.

Fig. 5 ein Impulsdigramm, das Signalimpulse darstellt, die aus der Strahlblende und aus dem beweglichen Faraday-Becher gewonnen und zum Steuern der Strahlausrichtung und -parallelität verwendet werden.

Mit Bezug auf Fig. 1 wird der Ionenstrahl zur Implantation durch eine Ionenquelle 10 erzeugt. Die Ionen aus der Ionenquelle 10 treten durch einen Analysatormagneten 11 hindurch, so daß nur Ionen mit einem gewünschten Masse/Energie-Verhältnis durch einen Massenauswahlschlitz 12 am Ausgang des Analysatormagneten 11 hindurchtreten. Ein Strahl 13 von Ionen mit dem gewünschten Masse/Energie-Verhältnis tritt dann in einen Strahlabtaster 14 ein, in dem der Strahl in der Ebene des Papiers von Fig. 1 in einer Richtung quer zum Strahlweg hin und her abgelenkt wird. Der Strahl kann durch den Abtaster 14 mit einer relativ hohen Wiederholungsfrequenz, typischerweise zwischen 100 und 200 Hz, rasterartig geführt werden.

Der rasterartig geführte Strahl 15, der aus dem Abtaster 14 austritt, tritt dann in einen Kollimator 16 ein. Der Kollimator 16 ist angeordnet, um den rasterartig geführten Strahl 15 in Abhängigkeit von der Abtastposition des Strahls in verschiedenen Ausmaßen abzulenken, so daß der rasterartig geführte Strahl 17, der aus dem Kollimator 16 austritt, zu einem gewünschten Strahlweg im wesentlichen parallel bleibt, wenn der Strahl rasterartig hin- und hergeführt wird.

Der parallele rasterartig geführte Strahl 17, der aus dem Kollimator 16 austritt, tritt in eine Prozeßkammer 18 ein, in der der Strahl auf einen Wafer 19 auftreffen kann, der auf einem Waferhalter 20 befestigt ist. Der Abtaster 14 und der Kollimator 16 sind so ausgelegt, daß sich der rasterartig geführte Strahl 17 völlig über die Breite des Wafers 19 auf dem Halter 20 erstreckt, wobei er effektiv einen Streifen über den Wafer zieht, wenn der Strahl rasterartig hin- und hergeführt wird.

Der Waferhalter 20 ist selbst auf einem hin- und hergehenden Abtastarm 21 montiert, der von einem Stellglied 22 getragen wird, welches veranlaßt, daß der Waferhalter 20 und der Wafer 19 darauf eine Hin- und Herbewegung durch die Ebene des rasterartig geführten Strahls 17 ausführen, so daß alle Teile des Wafers mit den Ionen des Strahls implantiert werden können. Normalerweise findet die rasterartige Hin- und Herbewegung des Waferhalters 20 mit einer relativ niedrigeren Wiederholungsfrequenz statt, typischerweise in der Größenordnung von 1 Hz.

Die bisher beschriebenen Elemente der Ionenimplantationsanlage können wie in bekannten Ionenimplantationsanlagen aufgebaut sein, insbesondere Implantationsanlagen zum einzelnen Implantieren von einzelnen Wafers, die ein Hybrid-Abtastsystem verwenden, bei dem der Ionenstrahl

quer in einer Richtung rasterartig geführt wird, während der Wafer in einer orthogonalen Richtung mechanisch hin- und herbewegt wird. Eine Ionenimplantationsanlage dieser Art ist beispielsweise in WO 99/13488 beschrieben. Die Ionenquelle, die Massenanalyse- und die Abtast- und Kollimationsanordnungen des Beispiels der vorliegenden Erfindung, das in Fig. 1 dargestellt ist, können von Arten sein, die Fachleuten bekannt sind. Der Abtaster 14 kann beispielsweise entweder eine elektromagnetische oder elektrostatische Abtastung anwenden und ebenso kann der Kollimator 16 magnetische oder elektrostatische Felder verwenden.

Obwohl die vorstehend erwähnte Beschreibung des Standes der Technik ein spezielles mechanisches System zum Vorsehen der Hin- und Herbewegung des Waferhalters 20 in der Prozeßkammer 18 offenbart, kann alternativ eine beliebige geeignete mechanische Anordnung verwendet werden.

In der Prozeßkammer 18 befindet sich eine Strahlblende 23 hinter dem Waferhalter 20, um den rasterartig geführten Strahl über seine gesamte Abtastung in der Abtastebene zu empfangen. Außerdem ist ein beweglicher Faraday-Becher 24 direkt hinter dem Waferhalter 20 angeordnet vorgesehen. Der bewegliche Faraday-Becher ist dazu ausgelegt, als Reaktion auf den Ionenstrahl, der sich rasterartig über den Faraday-Becher bewegt, einen Stromimpuls zu liefern. Der Faraday-Becher 24 kann zum Erhalten von Messungen der Ionendosisrate, die vom Ionenstrahl vorgesehen wird, an verschiedenen Punkten über die Abtastung des Ionenstrahls verwendet werden. Für diesen Zweck kann der bewegliche Faraday-Becher 24 quer zur Richtung des Ionenstrahls, in der Richtung des Pfeils 25 zu verschiedenen Positionen über den Bereich der Abtastung des rasterartig geführten Strahls bewegt werden. Die äußersten Positionen für den Faraday-Becher sind in Fig. 2 bei 34 und 35 gezeigt.

Während der Implantation eines Wafers 19 auf dem Halter 20 kann der Faraday-Becher 24 nahe einem Ende des Abtastbereichs des Ionenstrahls, gerade frei von einer Kante des Waferhalters 20, angeordnet sein, um Signale zu liefern, die die Dosisabgaberate des Ionenstrahls während der Implantation angeben.

Insofern als seine Anwendungen vorstehend beschrieben wurden, stellt der Abtast-Faraday-Becher 24 dieselbe Funktion bereit wie der Faraday-Becher, der in der Ionenimplantationsanlage offenbart ist, die in der vorstehend erwähnten Beschreibung des Standes der Technik WO 99/13488 beschrieben ist.

Mit Bezug auf Fig. 2 ist die Anordnung der Komponenten in der Prozeßkammer 18 von Fig. 1 genauer dargestellt. Der in die Prozeßkammer eintretende Ionenstrahl ist in Fig. 2 bei 26 dargestellt und die parallele Rasterbewegung des Ionenstrahls 26 ist durch die Pfeile 27 dargestellt, so daß sich der abgetastete Bereich zwischen der oberen und der unteren Grenze 28 bzw. 29 erstreckt.

Der Halbleiterwafer 19 auf dem Waferhalter 20 ist in Fig. 2 in einer gestrichelten Umrißlinie dargestellt.

Der bewegliche Faraday-Becher 24 ist an einer Welle 30 montiert dargestellt, welche sich von einem Stellglied 31 erstreckt, das wiederum an einer Vakuumgehäusewand 32 der Prozeßkammer 18 montiert ist.

Die Strahlblende 23 ist in Fig. 2 schematisch dargestellt und weitere Einzelheiten der Konstruktion der Strahlblende sind aus den Fig. 3 und 4 ersichtlich. Entsprechenden Komponenten der Strahlblende, die in den Fig. 2, 3 und 4 dargestellt sind, werden dieselben Bezugsziffern zugewiesen.

Wie dargestellt, umfaßt die Strahlblende einen Faraday-Becher 40 mit einer Strahlöffnung 41, die in Richtung der Abtastung 27 des rasterartig geführten Strahls breit genug ist, um den Strahl in dem Faraday-Becher über den gesamten Abtastbereich des Strahls zu empfangen. Andererseits

ist die Öffnung 41 des Faraday-Bechers 40 der Strahlblende quer zur Strahlblastrichtung so bemessen, daß sie nur zum Empfangen des vollen Strahldurchmessers ausreicht. Somit zeigt Fig. 3 die Strahlblende in einem Schnitt in der Abtastebene des Strahls, wobei die große Abmessung der Öffnung 41 dargestellt ist, und Fig. 4 ist ein Schnitt der Strahlblende in einer zur Abtastebene des Strahls senkrechten Ebene, der die kleinere Abmessung der Öffnung 41 zeigt.

Eine Strahlblendenplatte 42 befindet sich auf der hinteren Seite des Faraday-Bechers 40, so daß sie der Öffnung 41 zugewandt ist. Die Strahlblendenplatte besteht typischerweise aus Graphit und ist vom Gehäuse des Faraday-Bechers elektrisch isoliert. Die Platte 42 erstreckt sich im Faraday-Becher über die volle Abtastung des rasterartig geführten Ionenstrahls, so daß Strahlionen, die in den Faraday-Becher eintreten, auf die Strahlblendenplatte 42 auftreffen.

Die Strahlblendenplatte 42 ist auf einer mit Wasser gekühlten Trägerplatte 43 montiert, die mit Kühlkanälen 44 versehen ist, durch die über Verbindungen 45 und 46 Kühlwasser geliefert werden kann.

Obwohl die Strahlblendenplatte 42 mit der mit Wasser gekühlten Trägerplatte 43 in direktem Kontakt stehen kann, ist die kombinierte Struktur elektrisch isoliert. Der von der Strahlblendenplatte 42 absorbierte Strahlstrom kann daher über eine elektrische Verbindung 50, die in Fig. 2 schematisch dargestellt ist, überwacht werden.

Das Innere des Faraday-Bechers 41 der Strahlblende 40 ist mit Verkleidungen 51 und 52 versehen. Die innere Verkleidung 51, die näher an der Strahlblendenplatte 42 liegt, kann mit der Strahlblendenplatte elektrisch verbunden sein, wohingegen die zur Öffnung 41 benachbarte, äußere Verkleidung 52 von der inneren Verkleidung 51 isoliert ist und selbst mit dem Gehäuse der Strahlblende verbunden sein kann. Wie in den Fig. 3 und 4 zu sehen ist, erstreckt sich die innere Verkleidung 51 vor der Strahlblendenplatte 42 um einen vorbestimmten Abstand in Strahlrichtung, um Sekundärelektronen und andere geladene Teilchen, die von der Strahlblendenplatte 42 infolge des Beschusses mit den Strahlionen emittiert werden können, zu absorbieren.

Permanentmagnete 53 und 54 befinden sich auf entgegengesetzten Seiten der schmalen Abmessung des Faraday-Bechers 40, um ein Magnetfeld über der Öffnung 41 des Faraday-Bechers vorzusehen, wobei sich die Feldlinien im wesentlichen parallel zur Ebene des Papiers von Fig. 4 und vollständig über die größere Abmessung der Öffnung 41 erstrecken. Dieses Magnetfeld ist wirksam zum Verhindern, daß sich verhältnismäßig langsamer bewegende geladene Teilchen, die z. B. von der Strahlblende 42 emittiert werden, aus dem Faraday-Becher entweichen, und stellt insbesondere sicher, daß diese Teilchen entweder rückwärts auf der Strahlblendenplatte 42 oder von der inneren Verkleidung 51, die mit der Strahlblendenplatte 42 elektrisch verbunden ist, absorbiert werden. Das Magnetfeld verhindert auch, daß externe Elektronen in den Faraday-Becher eintreten, und solche externen Elektronen, die von dem Feld abgelenkt werden, so daß sie auf die Wände des Faraday-Bechers auftreffen, tun dies auf der Verkleidung 52. Auf diese Weise dient der Faraday-Becher genau zum Überwachen der Menge des Strahlstroms, der jederzeit in den Faraday-Becher eintritt.

Eine Strahlblende dieser allgemeinen Art wird Fachleuten bekannt sein. Solche Strahlblenden werden typischerweise zum Überwachen des Strahlstroms von Ionenimplantationsanlagen verwendet, wenn der Ionenstrahl nicht zum Implantieren verwendet wird, so daß das vorgesehene Target frei vom Strahl angeordnet ist. Im vorliegenden Fall ist die Strahlblende natürlich so bemessen, daß sie einen rasterartig geführten Strahl empfängt.

Die in den Fig. 2, 3 und 4 dargestellte Strahlblendenplatte

42 enthält fünf Bohrungen 60 bis 64, die in eine Kante der Strahlblendenplatte 42 eingearbeitet sind und sich in Richtungen senkrecht zur größeren Abmessung der Strahlblendenplatte im wesentlichen auf der gesamten Strecke über die kleinere Abmessung der Platte erstrecken. Die Bohrungen 60 bis 64 weisen Durchmesser auf, die geringer sind als die Dicke der Strahlblendenplatte 42.

Schmale Schlitz 65 bis 69 sind in der Vorderfläche 70 der Strahlblendenplatte 42 vorgesehen, welche mit dem Inneren der jeweiligen Bohrungen 60 bis 64 in Verbindung stehen. Wie dargestellt, sind die Schlitz 65 bis 69 auf die Achsen der Bohrungen 60 bis 64 ausgerichtet und erstrecken sich über die kleinere Abmessung der Strahlblendenplatte 42 auf einer ausreichenden Strecke, um den größeren Teil von irgendeinem Ionenstrahl, der in den Faraday-Becher 40 eintritt und auf die Platte 42 auftrifft, einzuschließen. Die Länge der Schlitz 65 bis 69 über der kleineren Abmessung der Strahlblendenplatte ist jedoch nicht entscheidend.

Ein Strahlstrom-Auffangstab 73 ist in der Bohrung 62 montiert, die sich in der Mitte der Strahlblendenplatte 42 befindet. Ähnliche Strahlstrom-Auffangstäbe 74 und 75 sind koaxial in dem inneren Paar von Bohrungen 61 und 63 auf beiden Seiten der mittleren Bohrung 62 montiert. Die äußeren zwei Bohrungen 60 und 64 werden bei diesem Ausführungsbeispiel, das zur Verwendung mit Wafern von 200 mm ausgelegt ist, nicht verwendet. Wenn die Implantationsanlage für Wafer von 300 mm modifiziert wird, werden die Stäbe 74 und 75 in den äußeren Bohrungen 60 und 64 montiert und die inneren Bohrungen 61 und 63 werden nicht verwendet.

Wie am besten in Fig. 4 zu sehen ist, ist jeder der Stromauffangstäbe 73, 74 und 75 aus einer zylindrischen Graphitbuchse 76 ausgebildet, die mit Hilfe einer versenkten Befestigungsschraube 78 auf einem Stahlstab 77 getragen wird. Die Schraube 78 wird in ein unteres freies Ende des Stabes 77 geschraubt (wie in Fig. 4 dargestellt) und das obere Ende des Stabes 77 erstreckt sich als elektrische Vakuumdurchführung 79, um einen Verbindungspunkt 80 mit dem Stab 73 vorzusehen, der durch eine Abdeckung 81 geschützt ist.

Jeder der Stäbe 73, 74 und 75 ist von der Strahlblendenplatte 42 elektrisch isoliert, so daß durch den jeweiligen Verbindungspunkt 80 eine separate elektrische Verbindung mit den Stäben hergestellt werden kann. Diese Verbindungen sind in Fig. 2 durch Leitungen 81, 82 und 83 schematisch dargestellt.

Beim Betrieb ist zu sehen, daß, wenn der Strahl rasterartig über jeden der Schlitz 66, 67 und 68 geführt wird, einige Strahlionen durch den Schlitz hindurchtreten und auf den jeweiligen Stromauffangstab, der in der Bohrung innerhalb der Strahlblendenplatte enthalten ist, auftreffen. Eine dadurch auf dem jeweiligen Stab aufgefangene Ladung kann zur Überwachung entlang der jeweiligen elektrischen Verbindung 81, 82 und 83 fließen. Wenn sich der Strahl rasterartig über einen Schlitz bewegt, kann in der Praxis ein Stromimpuls in der jeweiligen Verbindung 81, 82 oder 83 erfaßt werden. Diese Impulse können als Zeitimpulse verwendet werden.

Es sollte selbstverständlich sein, daß die Strahlstrom-Auffanganordnung, die durch einen der Stromauffangstäbe mit seinem zugehörigen Schlitz dargestellt ist, nicht insofern entstört ist, daß sichergestellt wird, daß alle Strahlionen, die durch den Schlitz hindurchtreten, eine entsprechende Ladungseinheit vorsehen, die entlang der jeweiligen Verbindung 81, 82 oder 83 fließt. Trotzdem wird auf der jeweiligen Verbindung ein Stromimpuls erzeugt, wenn der Strahl am jeweiligen Schlitz vorbeizieht, und dieser Stromimpuls kann für Zeitverlaufszwecke verwendet werden.

Wie in Fig. 2 gezeigt, werden die Verbindungen 81, 82 und 83 von den jeweiligen Stromauffangstäben in der Strahlblendenplatte 42 einer Steuereinheit 90 zugeführt, die auch die Verbindung von der Strahlblendenplatte 42 selbst entlang der Leitung 50 empfängt. In der Steuereinheit 90 werden die Ströme auf den Leitungen 50, 81, 82 und 83 summiert, um einen wahren Betrag für den totalen Strahlstrom zu liefern, der jederzeit in der Strahlblende ausgegeben wird. Der Zeitverlauf der Stromimpulse auf den Leitungen 81, 82 und 83 wird auch zum Einstellen und Bestätigen der Ausrichtung, Zentrierung und der Parallelität des rasterartig geführten Strahls verwendet, wie nun ausführlich beschrieben wird.

Es besteht eine Anforderung bei einer Ein-Wafer-Implantationsanlage mit rasterartig geführtem Strahl, wie hierin beschrieben, sicherzustellen, daß der rasterartig geführte Strahl, insbesondere in der Abtastebene, auf der Mittellinie der Implantationskammer korrekt zentriert ist, daß der rasterartig geführte Strahl in der Kammer relativ zum gewünschten Strahlweg durch die Kammer korrekt ausgerichtet ist, und daß der rasterartig geführte Strahl zum gewünschten Strahlweg über den Abtastbereich parallel bleibt. Diese Anforderungen sind erforderlich, um sicherzustellen, daß der rasterartig geführte Strahl die gesamte Oberfläche des implantierten Wafers korrekt überquert, welcher sich während der Implantation auf einer Seite des Wafers befinden kann, so daß die Abgaberate von Dotierungselementen an den Wafer während eines Implantationsdurchlaufs überwacht werden kann.

Während der Implantation eines Wafers, wie z. B. des Wafers 19 auf dem Halter 20, ist der bewegliche Faraday-Becher 24 auf einer Seite der Position des Waferhalters 20 angeordnet, wie in der gestrichelten Umrißlinie bei 95 in Fig. 2 gezeigt. Wenn der Strahl 26 in Richtung des Pfeils 27 rasterartig hin- und hergeführt wird, dann fährt der Strahl an einem Ende jeder Strahlrasterbewegung über dem beweglichen Faraday-Becher 95 hin und her. Wenn der Strahl den Faraday-Becher 95 überquert, wird eine Menge einer Ladung zum beweglichen Faraday-Becher 24 durch Strahlionen geliefert, die durch den Schlitz 96 in der Frontplatte des Faraday-Bechers hindurchtreten, wobei diese Menge an Ladung im Verhältnis zur Geschwindigkeit der Rasterbewegung des Strahls 26 ein Maß für die Dosisleistung liefert, die an eine Fläche des Wafers, entsprechend der Breite des Schlitzes 96, auf jedem Abtastdurchgang des Strahls über den Wafer abgegeben wird. Dann kann, wie auf dem Fachgebiet bekannt ist, eine Vorkehrung getroffen werden, um die Prozeßparameter der Implantationsanlage einzustellen, um eine gleichmäßige Abgabe einer Dotierungsdosis über dem gesamten Wafer sicherzustellen, und um auch sicherzustellen, daß mit dem Ziel des Implantationsdurchlaufs die korrekte Dosis zu allen Bereichen des Wafers geliefert wird.

Fehler in der an den Wafer abgegebenen Dosierung können entstehen, wenn der Strahl 26 nicht genau parallel zur gewünschten Strahlrichtung bleibt, wenn er rasterartig hin- und hergeführt wird. Wenn der Strahl 26 nicht genau auf die gewünschte Strahlrichtung ausgerichtet bleibt, können ferner Ionen in einem falschen Winkel in den Wafer implantiert werden.

In Fig. 2 ist die gewünschte Mittellinie der Implantationskammer bei 97 angegeben, und es ist zu sehen, daß der mittlere Stromauffangstab 73 und der zugehörige Schlitz 67 in der Strahlblendenplatte 42 der Strahlblende 23 auf dieser Mittellinie 97 ausgerichtet ist. Es ist auch zu sehen, daß die zugehörigen Schlitz 66 und 68 des oberen und des unteren Stromauffangstabs 74 und 75 symmetrisch in gleichen Abständen auf entgegengesetzten Seiten der Linie 97 angeord-

net sind.

Wie vorher erwähnt, ist es wichtig, daß die Implantationsanlage so eingerichtet wird, daß a) der Strahl 26 von Ionen symmetrisch auf beiden Seiten der Mittellinie 97 rasterartig geführt wird, d. h. der rasterartig geführte Strahl effektiv zentriert ist, b) daß der Strahl 26 genau auf die Mittellinie 97 ausgerichtet ist, und c) daß, wenn der Strahl 26 rasterartig geführt wird, er zur Mittellinie 97 genau parallel bleibt, d. h. die Strahlparallelität während des Abtastens aufrechterhalten wird. Die Strahlblende 23 kann in Zusammenhang mit dem beweglichen Faraday-Becher 24 während der Einrichtung der Implantationsanlage verwendet werden, um die Einstellung zu bestätigen oder zu ermöglichen, um die obige Strahlzentrierung, -ausrichtung und -parallelität vorzusehen.

Fig. 5 ist ein Impulsdiagramm, das den Zeitverlauf von Impulsen aus den Stromauffangstäben 73, 74 und 75 im Verhältnis zur Abtastwellenform des Strahls; zusammen mit dem Zeitverlauf von Stromimpulsen, die von dem beweglichen Faraday-Becher 24 in verschiedenen Positionen des Faraday-Bechers über dem rasterartig geführten Strahl empfangen werden, darstellt.

Die obere Spur 100 in Fig. 5 stellt die Abtastwellenform des Ionenstrahls 26 dar. Wie dargestellt, wird der Strahl gemäß einer symmetrischen Dreieckwellenform rasterartig hin- und hergeführt, so daß die Geschwindigkeit der Querabtastung des Strahls 26 in Richtung der Pfeile 27 immer im wesentlichen konstant ist und die Umkehrzeit an jedem Ende der Abtastung minimiert wird. Es sollte zu erkennen sein, daß diese Dreieckabtastwellenform typischerweise zumindest während der Einrichtung des Ionenstrahlabtasters 14 und des Kollimators 16 verwendet werden kann, selbst wenn, wenn sie einmal eingerichtet sind, die Dreieckwellenform während der eigentlichen Implantation etwas modifiziert wird.

Die Spur 101 in Fig. 5 stellt den Zeitverlauf der Stromimpulse aus dem mittleren Stab 73 mit seinem zugehörigen Schlitz 67 in der Strahlblendenplatte 42 der Strahlblende 23 dar. Unter der Annahme, daß die Abtastwellenform 100 tatsächlich eine symmetrische Dreieckwellenform ist, weisen die Stromimpulse aus dem mittleren Zeitschlitz 67 abwechselnde konstante Zeitperioden t_1 und t_1' auf. Wenn der rasterartig geführte Strahl so zentriert ist, daß er sich symmetrisch auf beiden Seiten des Schlitzes 67 erstreckt, dann gilt

$$t_1 = t_1'$$

Um eine korrekte Zentrierung des rasterartig geführten Strahls zu bestätigen, ist folglich die Steuereinheit 90, die die Stromimpulse von dem mittleren Stromauffangstab 73 auf der Leitung 81 empfängt, zum Überwachen des Zeitabstands von aufeinanderfolgenden Impulsen auf der Leitung 81 und zum Liefern eines Signals auf einer Leitung 110 von der Steuereinheit, das den Wert von $t_1 - t_1'$ darstellt, angeordnet.

Unter erneuter Bezugnahme auf das Impulsdiagramm von Fig. 5 stellt die Spur 102 den Zeitverlauf der Stromimpulse aus dem Stromauffangstab 74 mit seinem zugehörigen Zeitschlitz 66 dar, und die Spur 103 stellt den Zeitverlauf der Impulse aus dem Stab 75 mit seinem zugehörigen Zeitschlitz 68 dar. Die Stromimpulse auf der Spur 102 weisen abwechselnde lange Zeitabstände t_2 und kurze Zeitabstände t_3 auf. Ebenso weisen die Impulse der Spur 103 abwechselnde lange Zeitabstände t_2' und kurze Zeitabstände t_3' auf. Da die zwei Zeitschlitz 66 und 68 symmetrisch auf beiden Seiten des mittleren Schlitzes 67 angeordnet sind, gilt, wenn der rasterartig geführte Strahl korrekt auf der Strahlblende zentriert ist

$$t_2 = t_2' \text{ und } t_3 = t_3'$$

Es kann bemerkt werden, daß gilt

$$t_2 + t_3 = t_2' + t_3' = \tau$$

wobei τ die Periode der Abtastwellenform τ ist.

Folglich können die Zeitimpulse auf den Leitungen 82 und 83 in der Steuereinheit 90 auch verwendet werden, um ein Signal auf der Leitung 110 zur Verwendung bei der Steuerung der Zentrierung des rasterartig geführten Strahls hervorzubringen.

In der Praxis kann die wahre Mittellinie des rasterartig geführten Strahls mit Bezug auf den Strahlkollimator festgelegt werden. Herstellungstoleranzen können dann die Wirkung aufweisen, daß der nominal mittlere Schlitz 67 gegenüber der wahren Mittellinie leicht versetzt angeordnet wird. Die korrekte Zentrierung des Strahls kann dennoch sichergestellt werden, wenn der Fehler zwischen der nominalen Mittellinie, die durch die Position des Schlitzes 67 festgelegt ist, und der wahren Mittellinie bekannt ist.

Um die Ausrichtung des rasterartig geführten Strahls und auch die Strahlparallelität zu prüfen, müssen auch aus dem beweglichen Faraday-Becher 24 Zeitsignale gewonnen werden.

Wenn der bewegliche Faraday-Becher 24 mit Hilfe des Stellgliedes 31 so angeordnet wird, daß er genau auf der Mittellinie 97 der Implantationskammer liegt, dann sollten die Zeitsignale aus dem beweglichen Faraday-Becher 24 am gleichen Punkt in der Abtastwellenform erscheinen wie die Zeitsignale aus dem mittleren Stromauffangstab 73 und seinem zugehörigen Zeitschlitz 67 in der Strahlblende 23.

In der Praxis ist die Steuereinheit 90 angeordnet, um die Position des beweglichen Faraday-Bechers 24 mit Hilfe von Signalen auf einer Leitung 112 in Zusammenhang mit Positionsrückmeldungssignalen auf einer Leitung 113 zu steuern, so daß der bewegliche Faraday-Becher 24 in der Prozeßkammer so angeordnet wird, daß er keinen Schatten wirft oder den jeweiligen Zeitschlitz der Strahlblende 23 nicht abschirmt, wenn die Zeitimpulse von diesem Zeitschlitz gemessen werden.

Bei einem Beispiel kann der bewegliche Faraday-Becher durch die Steuereinheit 90 vollständig von der Strahlblende 23 frei gehalten werden, während der Zeitverlauf der Impulse von allen drei der Stromauffangstäbe 73, 74 und 75 gemessen wird. Dann kann die Steuereinheit 90 den beweglichen Faraday-Becher 24 in die mittlere Position auf der Mittellinie 97 bringen, wie in Fig. 2 dargestellt, und dann den Zeitverlauf der Stromimpulse messen, die durch den Ionenstrahl verursacht werden, der sich rasterartig über den beweglichen Faraday-Becher in dieser Position bewegt. Diese Stromimpulse werden entlang einer Leitung 114 zur Steuereinheit 90 geliefert.

Der Zeitverlauf der Stromimpulse von dem beweglichen Faraday-Becher 24, wenn er sich in der mittleren Position befindet, ist in der Spur 106 von Fig. 5 dargestellt. In der Spur 106 sind diese Zeitimpulse relativ zur Wellenform 100 zu geringfügig verschiedenen Zeiten auftretend dargestellt, im Vergleich mit den Zeitimpulsen 101 von dem mittleren Zeitschlitz der Strahlblende. Unter der Annahme, daß sich der Faraday-Becher 24 korrekt auf der Mittellinie 97 befindet, stellt diese Differenz im Zeitverlauf für die Stromimpulse aus dem beweglichen Faraday-Becher die Fehlausrichtung des rasterartig geführten Strahls dar (unter der Annahme, daß die nominale Mittellinie, die durch die Strahlblende festgelegt ist, genau auf die wahre Mittellinie in bezug auf den Kollimator ausgerichtet ist). Wenn der rasterartig geführte Strahl korrekt auf die Mittellinie 97 ausgerichtet

ist, dann wären die durch die Spur 106 dargestellten Impulse gleich beabstandet mit $t_6 = t_6'$. Folglich ist die Steuereinheit 90 zum Überwachen des Abstands der Impulse und zum Liefern eines Korrektursignals auf einer Leitung 115, das irgendeine Fehlausrichtung des Ionenstrahls darstellt, angeordnet.

Es ist zu erkennen, daß die Ausrichtung des Ionenstrahls an verschiedenen Positionen über der Breite des rasterartig geführten Strahls auch gemessen werden könnte durch Positionieren des beweglichen Faraday-Bechers an einer Position, die genau einem der Schlitz 66 oder 68 in der Strahlblende entspricht, und dann Sicherstellen, daß der Zeitverlauf der Impulse aus dem beweglichen Faraday-Becher in der entsprechenden Position dem Zeitverlauf der Impulse entspricht, die durch den relevanten Zeitschlitz der Strahlblende geliefert werden. Dieses Verfahren wird tatsächlich verwendet, um zu überprüfen, daß der rasterartig geführte Strahl zur Mittellinie 97 parallel bleibt, wenn der Strahl rasterartig hin- und hergeführt wird.

Folglich wird der Abtast-Faraday-Becher 24 anschließend zuerst in einer Position angeordnet, die dem oberen Zeitschlitz 66 der Strahlblende entspricht, und die Zeitimpulse aus dem Faraday-Becher 24 werden dann gemessen. Dann wird der bewegliche Faraday-Becher 24 an einer Stelle angeordnet, die dem unteren Zeitschlitz 68 der Strahlblende 23 entspricht, und weitere Zeitimpulse werden gemessen. Die Zeitimpulse für die obere Position sind in Fig. 5 durch die Spur 105 dargestellt und jene für die untere Position sind durch die Spur 104 dargestellt. Wenn der Strahl korrekt parallel und ausgerichtet ist, dann sollten die Zeitabstände t_4 und t_5 (Spur 105) der Stromimpulse aus dem beweglichen Faraday-Becher, wenn er sich in der oberen Position befindet, dieselben sein wie die Zeitabstände t_2 und t_3 für den oberen Zeitschlitz 66 der Strahlblende 23. Wenn der rasterartig geführte Strahl korrekt ausgerichtet und parallel ist, dann sollte ebenso der Zeitverlauf der Impulse aus dem beweglichen Faraday-Becher, wenn er sich in der unteren Position befindet, t_4' und t_5' (Spur 104), dem Zeitverlauf der Impulse des unteren Zeitschlitzes 68 von der Strahlblende (t_2' und t_3') entsprechen.

Folglich ist die Steuereinheit 90 angeordnet zum Messen des Zeitverlaufs der Stromimpulse aus dem beweglichen Faraday-Becher 24 in jeder der oberen und der unteren Position, zum Vergleichen dieser Zeitverläufe mit den vorher erhaltenen Zeitverläufen von den Zeitschlitz der Strahlblende, und dann zum Liefern eines Signals zum Anzeigen von irgendeinem Fehlen der Parallelität im rasterartig geführten Strahl auf der Leitung 116.

Die Steuersignale auf den Leitungen 110 und 115 von der Steuereinheit 90 werden zur Abtaster- und Kollimatorsteuereinheit 111 geliefert und werden verwendet, um das Ansteuersignal auf der Leitung 117 für den Abtaster 14 und das Ansteuersignal auf der Leitung 118 für den Kollimator 16 einzustellen. Fachleuten werden die Modifikationen der Abtastersteuerung und der Kollimatorsteuerung auf den Leitungen 117 und 118 vertraut sein, welche erforderlich sein können, um eine Fehlausrichtung des Strahls zu korrigieren und um eine korrekte Strahlzentrierung als Reaktion auf die Steuersignale von der Steuereinheit 90 zu gewährleisten.

Ein Taktsignal auf einer Leitung 119 wird von der Abtaster- und Kollimatorsteuereinheit 111 zur Steuereinheit 90 geliefert, um Bezugspunkte zum Überwachen des Zeitverlaufs der Stromimpulse aus den Strahlblenden-Zeitschlitz und aus dem beweglichen Faraday-Becher vorzusehen. Die Taktsignale auf der Leitung 119 können beispielsweise den Zeitverlauf der Umkehrpunkte der Abtastwellenform darstellen. Solange der Strahl gemäß einer symmetrischen Dreieckwellenform rasterartig geführt wird und eine kon-

stante Periode und Amplitude während eines speziellen Meßvorgangs der Stromimpulse aus der Strahlblende und aus dem beweglichen Faraday-Becher aufweist, können jedoch geeignete Korrektursignale auf den Leitungen 110, 115 und 116 durch die Steuereinheit 90 rein aus dem Zeitverlauf der verschiedenen Impulssignale abgeleitet werden, wie vorstehend erläutert wurde.

Obwohl es bevorzugt ist, daß die Zeitschlitz in der Strahlblende 23 symmetrisch auf beiden Seiten der Bezugsmittellinie 97 angeordnet sind und der bewegliche Faraday-Becher 24 genau auf diese Zeitschlitz ausgerichtet angeordnet ist, wenn entsprechende Zeitimpulse geliefert werden, um die Ausrichtung und Parallelität zu bestätigen, sind andere Anordnungen möglich. Wenn beispielsweise die zwei Zeitschlitz 66 und 68 der Strahlblende 23 in verschiedenen Abständen (d_1 und d_2) auf entgegengesetzten Seiten einer Mittellinie 97 angeordnet sind, kann der Zeitverlauf der Stromimpulse von diesen zwei asymmetrischen Schlitzten dennoch zum Bestätigen der Zentrierung des rasterartig geführten Strahls auf der Strahlblende verwendet werden. Dann muß für eine korrekte Zentrierung des Strahls die folgende Gleichung erfüllt sein:

$$(t_2 - t_3)/(t_2' - t_3') = d_1/d_2.$$

Wenn angenommen wird, daß der rasterartig geführte Strahl parallel ist, kann die Ausrichtung des Strahls ferner dennoch unter Verwendung von Zeitimpulsen von einem einzelnen Zeitschlitz in der Strahlblende an einer Position d_1 von der Mittellinie und mit Zeitimpulsen von dem beweglichen Faraday-Becher, der an einer anderen Position e_1 von der Mittellinie angeordnet ist, bestätigt werden. Dann muß für eine korrekte Ausrichtung die folgende Gleichung erfüllt sein:

$$(t_2 - t_3)/(t_4 - t_5) = d_1/e_1$$

wobei der Zeitabstand der Impulse vom Strahlblenden-schlitz durch t_2 und t_3 dargestellt ist und der Zeitabstand der Impulse vom beweglichen Faraday-Becher durch die Zeiten t_4 und t_5 dargestellt ist.

Die Parallelität des Strahls kann unter Verwendung von Zeitmessungen von den Zeitschlitz in der Strahlblende in verschiedenen Abständen d_1 und d_2 von der Mittellinie und Zeitimpulsen vom beweglichen Faraday-Becher an den Positionen e_1 und e_2 von der Mittellinie bestätigt werden. Dann muß für eine korrekte parallele Abtastung die folgende Gleichung erfüllt sein:

$$(t_2' - t_3)/(t_4' - t_5) = (d_1 + d_2)/(e_2 + e_2)$$

wobei die Zeitabstände der Impulse von den Strahlblenden-Zeitschlitz an den Positionen d_1 und d_2 jeweils t_2 , t_3 bzw. t_2' , t_3' sind, und die Zeitabstände der Impulse vom beweglichen Faraday-Becher an den Positionen, die um e_1 und e_2 von der Mittellinie beabstandet sind, jeweils t_4 , t_5 bzw. t_4' , t_5' sind.

Wenn der Strahl als bereits auf die Mittellinie ausgerichtet und auf der Strahlblende zentriert bestätigt werden kann, kann die Parallelität einfacher mit nur einem weiteren Zeitschlitz in der Strahlblende im Abstand d_1 von der Mittellinie und einer Position des beweglichen Faraday-Bechers 24 im Abstand e_1 von der Mittellinie bestätigt werden. Dann muß für die Parallelität die folgende Gleichung erfüllt sein:

$$(t_2 - t_3)/(t_4 - t_5) = d_1/e_1$$

Anstatt die Dauer der Intervalle zwischen den Impulsen

von den verschiedenen Zeitschlitz zu messen, ist es auch möglich, die Impulszeitverläufe relativ zu einer Bezugszeit zu messen, die beispielsweise der Beginn jeder Abtastung des Strahls sein kann. Wenn ein voller Zyklus der Strahlabtastung eine bekannte Dauer von 512 Zeiteinheiten aufweist, dann kann die Strahlzentrierung bestätigt werden, wenn der erste Impuls vom mittleren Zeitschlitz zur Zeit $T_1 = 128$, d. h. der Hälfte von einem halben Zyklus (oder einer Querstrecke) des Strahls über der Strahlblende stattfindet, unter der Annahme einer Dreieckabtastwellenform. Unter Verwendung der Impulse von den Zeitschlitz, die symmetrisch auf beiden Seiten des mittleren Schlitzes angeordnet sind, gilt alternativ

$$T_2 = 256 - T_3$$

wobei T_2 und T_3 die Zeiten der Impulse von den zwei Schlitzten sind.

Ähnliche Messungen können von den Zeiten T_4 , T_5 und T_6 vorgenommen werden, wobei T_4 die Zeit des Impulses von dem beweglichen Faraday-Becher ist, wenn er sich auf der Mittellinie befindet, und T_5 und T_6 die Zeiten sind, wenn er sich an Positionen befindet, die den symmetrisch angeordneten Schlitzten in der Strahlblende entsprechen.

Dann gilt für eine korrekte Ausrichtung $T_1 = T_4$ und die Parallelität wird aus $T_1 - T_4$, $T_2 - T_5$ und $T_3 - T_6$ berechnet.

Es wäre auch möglich, die Zentrierung, Ausrichtung und Parallelität zu überwachen, selbst wenn der Strahl nicht gemäß einer symmetrischen Dreieckwellenform rasterartig geführt wird. Solange die Form der Wellenform bekannt ist, kann die Steuereinheit 90 programmiert werden, um die Zeitverläufe der Impulse von den Zeitschlitz der Strahlblende und dem beweglichen Faraday-Becher mit der vorbestimmten Abtastwellenform des Strahls zu vergleichen, und um daraus geeignete Fehlersignale, die auf den Leitungen 110, 115 und 116 geliefert werden sollen, zu berechnen.

Bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel werden Zeitsignale entsprechend der Rasterbewegung des Ionenstrahls aus der Strahlblende unter Verwendung der Stromauffangstäbe, die sich hinter schmalen Schlitzten befinden, die in der Vorderfläche der Strahlblendenplatte ausgebildet sind, gewonnen. Andere Strukturen können ebenfalls in Betracht gezogen werden. Wenn beispielsweise die Strahlblendenplatte tatsächlich selbst in zwei elektrisch isolierte Teile aufgeteilt ist, wobei sich die Trennlinie beispielsweise auf der Mittellinie 97 befindet, fällt der auf einem Teil der Strahlblendenplatte empfangene Strom schnell ab, wenn der Strahl von diesem Teil auf den anderen Teil geführt wird, und der von diesem anderen Teil empfangene Strom nimmt gleichzeitig schnell zu. Der Zeitverlauf dieses Übergangs kann auf dieselbe Weise verwendet werden wie die Zeitimpulse, die von den Stromauffangstäben des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels, das in den Fig. 2, 3 und 4 dargestellt ist, gewonnen werden. Somit könnte die Strahlblende mit vier Segmenten mit Trennlinien an den Positionen der Schlitz 66, 67 und 68 ausgebildet sein. Dann könnten die Wellenformen der verschiedenen Stromsignale von den Strahlblendenplatten-Segmenten verwendet werden, um die gewünschten Zeitsignale zur Verwendung für die Steuereinheit 90 zu liefern.

Bei dem vorstehend beschriebenen und in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Strahlblende 23 ein Faraday-Becher. Beispiele der Erfindung können eine Strahlblende beinhalten, die nicht zum Einfangen des gesamten Strahlstroms für Meßzwecke vorgesehen ist, sondern die nur zum sicheren Absorbieren der Strahlenergie vorgesehen ist. Eine solche Strahlblende würde nicht entört werden und würde nicht die Magnete 53 und 54 enthal-

ten. Eine solche Strahlblende muß auch nicht die in den Zeichnungen dargestellte Becherform aufweisen.

In weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung kann ein beweglicher Strahldetektor, der kein entstörrer Faraday-Becher ist, anstelle des beweglichen Faraday-Bechers 24 verwendet werden. Für die Zwecke der Ausführungsbeispiele dieser Erfindung muß der bewegliche Strahldetektor nur ein Zeitsignal als Reaktion auf den Durchgang des rasterartig geführten Strahls über den Detektor vorsehen.

Patentansprüche

1. Strahlblende für eine Ionenimplantationsanlage, wobei der Ionenstrahl in mindestens einer Richtung quer zum Strahlweg rasterartig geführt wird, wobei die Strahlblende eine Abmessung aufweist, die sich in der einen Richtung erstreckt, um den Strahl über seine Abtastung in der einen Richtung zu empfangen, und mindestens ein Ladungsauffangelement umfaßt, das eine Oberfläche vorsieht, die zum Empfangen von Ionen in dem Strahl freiliegt, wobei sich die freiliegende Oberfläche in der einen Richtung auf einer Strecke erstreckt, die geringer ist als die Abmessung, so daß das Ladungsauffangelement Strahlionen während nur eines Teils der Abtastung des Strahls in der einen Richtung empfängt.
2. Strahlblende nach Anspruch 1, welche eine Strahlblendenplatte umfaßt, die sich in der einen Richtung erstreckt, um den Strahl über die Abtastung des Strahls in der einen Richtung zu empfangen, wobei das Ladungsauffangelement von der Strahlblendenplatte elektrisch isoliert ist.
3. Strahlblende nach Anspruch 2, wobei die Strahlblendenplatte eine den Strahl empfangende Oberfläche aufweist und das Ladungsauffangelement hinter der Oberfläche montiert ist, wobei die Oberfläche eine Öffnung vor dem Ladungsauffangelement aufweist, um Strahlionen durch die Oberfläche hindurchtreten zu lassen, damit sie auf das Auffangelement auftreffen.
4. Strahlblende nach Anspruch 3, wobei die Strahlblendenplatte in Strahlrichtung dicker ist als das Auffangelement und einen Hohlraum hinter der Öffnung in der Vorderfläche aufweist, wobei das Auffangelement in dem Hohlraum montiert ist.
5. Strahlblende nach Anspruch 4, wobei das Ladungsauffangelement ein Stab ist und die Öffnung ein Schlitz ist, wobei sich der Stab und der Schlitz quer zu der einen Richtung erstrecken.
6. Strahlblende nach einem vorangehenden Anspruch, welche einen Faraday-Becher mit Einzelladungsunterdrückung mit einer Öffnung, die sich in der einen Richtung erstreckt, um den Strahl über seine Abtastung in der einen Richtung zu empfangen, umfaßt, wobei das Ladungsauffangelement in dem Faraday-Becher angeordnet ist.
7. Strahlblende nach einem der Ansprüche 2 bis 5, welche einen Faraday-Becher mit Einzelladungsunterdrückung mit einer Öffnung, die sich in der einen Richtung erstreckt, um den Strahl über seine Abtastung in der einen Richtung zu empfangen, umfaßt, wobei das Ladungsauffangelement und die Strahlblendenplatte in dem Faraday-Becher angeordnet sind.
8. Strahlblende nach Anspruch 7, wobei die Strahlblendenplatte vom Faraday-Becher elektrisch isoliert ist.
9. Strahlblende nach einem vorangehenden Anspruch, welche eine Vielzahl der Ladungsauffangelemente, die voneinander elektrisch isoliert sind, an verschiedenen

Stellen entlang der einen Richtung umfaßt.

10. Strahlblende nach Anspruch 9, wobei drei Ladungsauffangelemente symmetrisch in der einen Richtung verteilt sind.

11. Ionenimplantationsanlage mit einem Ionenstrahlgenerator, einem Abtaster zum rasterartigen Führen des Ionenstrahls in mindestens einer Richtung quer zum Strahlweg, einer Prozeßkammer, die den rasterartig geführten Strahl empfängt und eine Bearbeitungsstation in dem Weg des rasterartig geführten Strahls aufweist, in der ein Substrat bearbeitet werden kann, und

einer Strahlendstation hinter der Bearbeitungsstation zum Stoppen des rasterartig geführten Strahls und zum Festlegen einer nominalen Mittellinie für den rasterartig geführten Strahl, wobei die Strahlendstation mindestens einen ortsfesten Strahldetektor umfaßt, der ein erstes charakteristisches Signal liefert, wenn der Strahl rasterartig über den Detektor geführt wird.

12. Ionenimplantationsanlage nach Anspruch 11, welche ferner eine Zentrierüberwachungsvorrichtung umfaßt, die auf den Zeitverlauf der ersten charakteristischen Signale von dem mindestens einen Strahldetektor anspricht, um ein Zentriersignal zu liefern, das die Zentrierung des Strahls relativ zu der nominalen Mittellinie anzeigt.

13. Ionenimplantationsanlage nach Anspruch 12, wobei eine Vielzahl der ortsfesten Strahldetektoren entlang der einen Richtung verteilt sind.

14. Ionenimplantationsanlage nach Anspruch 13, wobei die Strahldetektoren symmetrisch um die nominale Mittellinie verteilt sind.

15. Ionenimplantationsanlage nach Anspruch 14, wobei der Abtaster wirksam ist zum rasterartigen Führen des Ionenstrahls gemäß einer symmetrischen Dreieckswellenform, wobei aufeinanderfolgende charakteristische Signale von jedem von irgendeinem Paar von symmetrisch entgegengesetzten ortsfesten Strahldetektoren jeweilige erste und zweite abwechselnde gleichmäßige Zeitabstände aufweisen, und die Zentrierüberwachungsvorrichtung das Zentriersignal als Funktion von irgendeiner Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Zeitabstand für einen des Pairs von Detektoren und dem ersten und dem zweiten Zeitabstand für den anderen des Pairs liefert.

16. Ionenimplantationsanlage nach Anspruch 12, wobei der eine ortsfeste Strahldetektor auf der nominalen Mittellinie liegt.

17. Ionenimplantationsanlage nach Anspruch 16, wobei der Abtaster wirksam ist zum rasterartigen Führen des Ionenstrahls gemäß einer symmetrischen Dreieckswellenform und die Zentrierüberwachungsvorrichtung das Zentriersignal als Funktion irgendeiner Ungleichmäßigkeit des Zeitabstands der aufeinanderfolgenden charakteristischen Signale von dem mittleren ortsfesten Strahldetektor liefert.

18. Ionenimplantationsanlage nach Anspruch 12, wobei der Abtaster wirksam ist zum rasterartigen Führen des Ionenstrahls gemäß einer vorbestimmten Wellenform, so daß jederzeit der Abstand des rasterartig geführten Strahls in der einen Richtung von einer Abtastendposition an der Strahlendstation vorhersagbar ist, und die Zentrierüberwachungsvorrichtung das Zentriersignal als Funktion des Zeitverlaufs der charakteristischen Signale von dem mindestens einen Strahldetektor relativ zum Zeitverlauf des periodischen Abtastsignals liefert.

19. Ionenimplantationsanlage nach einem der Ansprüche 12 bis 18, wobei der Abtaster wirksam ist zum Ablenken des Strahls gemäß einem periodischen Abtastsignal mit einer einstellbaren Gleichstromkomponente zum Zentrieren des rasterartig geführten Strahls, und die Ionenimplantationsanlage ferner eine Steuereinheit umfaßt, die auf das Zentriersignal reagiert, um die Gleichstromkomponente zum Zentrieren des Strahls einzustellen.
20. Ionenimplantationsanlage nach einem der Ansprüche 11 bis 19, welche ferner umfaßt:
einen Kollimator in Kombination mit dem Abtaster zum Parallelhalten des Weges des rasterartig geführten Strahls,
einen beweglichen Strahldetektor, der stromaufwärts der Strahlendstation angeordnet ist und in der einen Richtung beweglich ist, wobei der bewegliche Strahldetektor ein zweites charakteristisches Signal liefert, wenn der Strahl rasterartig über den beweglichen Detektor geführt wird,
und eine Ausrichtungüberwachungsvorrichtung, die auf eine Funktion der Zeitverläufe der erstgenannten und der zweiten charakteristischen Signale reagiert, um ein Strahlausrichtungssignal zu liefern.
21. Ionenimplantationsanlage nach Anspruch 20, wobei die Kombination aus dem Abtaster und dem Kollimator wirksam ist zum Ablenken des Strahls gemäß einem periodischen Abtastsignal und einstellbar ist zum Einstellen der Wegrichtung des parallelen rasterartig geführten Strahls, und die Implantationsanlage ferner eine auf das Ausrichtungssignal reagierende Steuereinheit zum Steuern der Kombination aus dem Abtaster und dem Kollimator umfaßt, um die Wegrichtung in Richtung einer erforderlichen Strahlwegrichtung einzustellen.
22. Ionenimplantationsanlage nach Anspruch 21, wobei der bewegliche Strahldetektor ein Stellglied aufweist, das auf die Steuereinheit anspricht, um den Detektor in gewünschte Positionen in der einen Richtung zu bewegen, und die Steuereinheit wirksam ist zum Messen der Zeitverläufe des ersten charakteristischen Signals, wenn der bewegliche Strahldetektor von dem Stellglied so positioniert wird, daß er den ortsfesten Strahldetektor nicht abschirmt, und zum Messen der Zeitverläufe des zweiten charakteristischen Signals, wenn der bewegliche Strahldetektor vom Stellglied an einer vorbestimmten Stelle entlang der einen Richtung positioniert wird, wobei die vorbestimmte Stelle der Stelle des ortsfesten Detektors entlang der einen Richtung entspricht, wobei die Steuereinheit auf die gemessenen Zeitverläufe reagiert, um die Wegrichtung so einzustellen, daß die entsprechenden gemessenen Zeitverläufe im wesentlichen gleich sind.
23. Ionenimplantationsanlage nach Anspruch 22, wobei der Abtaster wirksam ist zum rasterartigen Führen des Ionenstrahls gemäß einer symmetrischen Dreieckwellenform und die Steuereinheit wirksam ist zum Messen der Zeitabstände der ersten und zweiten charakteristischen Signale und reagiert, um die Wegrichtung so einzustellen, daß ein Zeitabstand des ersten charakteristischen Signals im wesentlichen derselbe ist wie ein entsprechender Zeitabstand des zweiten charakteristischen Signals.
24. Ionenimplantationsanlage mit einem Ionenstrahlgenerator,
einem Abtaster und einem Kollimator zum rasterartigen Führen des Ionenstrahls in mindestens einer Richtung quer zum Strahlweg und zum Parallelhalten des

- Weges des rasterartig geführten Strahls, einer Prozeßkammer, die den parallelen rasterartig geführten Strahl empfängt und eine Bearbeitungsstation in dem Weg des rasterartig geführten Strahls aufweist, in der ein Substrat bearbeitet werden kann,
einer Strahlendstation hinter der Bearbeitungsstation zum Stoppen des rasterartig geführten Strahls, wobei die Strahlendstation mindestens zwei ortsfeste Strahldetektoren an jeweiligen beabstandeten Positionen entlang der einen Richtung umfaßt, wobei jeder Strahldetektor ein jeweiliges erstes charakteristisches Signal liefert, wenn der Strahl rasterartig über den ortsfesten Detektor geführt wird,
einem beweglichen Strahldetektor, der stromaufwärts der Strahlendstation angeordnet ist und in der einen Richtung beweglich ist, wobei der bewegliche Strahldetektor ein zweites charakteristisches Signal liefert, wenn der Strahl rasterartig über den beweglichen Detektor geführt wird,
und einer Parallelitätsüberwachungsvorrichtung, die auf eine Funktion der Zeitverläufe der ersten charakteristischen Signale und der zweiten charakteristischen Signale an mindestens zwei beabstandeten Positionen des beweglichen Strahldetektors entlang der einen Richtung anspricht, um ein Kollimationssignal zu liefern, das die Parallelität des rasterartig geführten Strahls anzeigt.
25. Ionenimplantationsanlage nach Anspruch 24, wobei der bewegliche Strahldetektor ein Stellglied aufweist, das auf die Steuereinheit anspricht, um den Detektor in gewünschte Positionen in der einen Richtung zu bewegen, und die Steuereinheit wirksam ist zum Messen der Zeitverläufe der ersten charakteristischen Signale, wenn der bewegliche Strahldetektor von dem Stellglied so positioniert wird, daß er die jeweiligen ortsfesten Strahldetektoren nicht abschirmt, und zum Messen der Zeitverläufe der zweiten charakteristischen Signale, wenn der bewegliche Strahldetektor vom Stellglied an vorbestimmten Stellen entlang der einen Richtung positioniert wird, die jeweils den Stellen der ortsfesten Detektoren entsprechen, wobei die Parallelitätsüberwachungsvorrichtung auf die gemessenen Zeitverläufe reagiert, um das Kollimationssignal zu liefern.
26. Verfahren zum Überwachen eines Ionenstrahls zur Ionenimplantation, umfassend Erzeugen eines Ionenstrahls, rasterartiges Führen des Strahls in mindestens einer Richtung quer zum Strahlweg, Empfangen des rasterartig geführten Strahls in einer Prozeßkammer mit einer Bearbeitungsstation in dem Weg des rasterartig geführten Strahls, in der ein Substrat bearbeitet werden kann, Stoppen des rasterartig geführten Strahls an einer Strahlendstation hinter der Bearbeitungsstation, die eine nominale Mittellinie für den rasterartig geführten Strahl festlegt, und Erfassen des Strahls an einem ortsfesten Strahldetektor in der Endstation, um ein erstes charakteristisches Zeitsignal zu liefern, wenn der Strahl rasterartig über den Detektor geführt wird.
27. Verfahren nach Anspruch 26, wobei der Zeitverlauf des ersten charakteristischen Signals überwacht wird, um die Zentrierung des Strahls relativ zu der nominalen Mittellinie anzugeben.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 oder 27, wobei der rasterartig geführte Strahl kollimiert wird, um den Weg des rasterartig geführten Strahls parallel zu halten;
wobei der Strahl auch durch einen beweglichen Strahldetektor erfaßt wird, der stromaufwärts der Strahlendstation angeordnet ist und in der einen Richtung be-

weglich ist, um ein zweites charakteristisches Zeitsignal zu liefern, wenn der Strahl rasterartig über den beweglichen Detektor geführt wird; und die Zeitverläufe der ersten und zweiten charakteristischen Signale überwacht werden, um die Ausrichtung des rasterartig geführten Strahls relativ zu einer erforderlichen Strahlrichtung anzugeben.

29. Verfahren zum Überwachen eines Ionenstrahls zur Ionenimplantation, umfassend Erzeugen eines Ionenstrahls;

rasterartiges Führen des Strahls in mindestens einer Richtung quer zum Strahlweg und Kollimieren des rasterartig geführten Strahls, um den Weg des rasterartig geführten Strahls parallel zu halten;

Empfangen des parallelen rasterartig geführten Strahls in einer Prozeßkammer mit einer Bearbeitungsstation in dem Weg des rasterartig geführten Strahls, in der ein Substrat bearbeitet werden kann;

Stoppen des rasterartig geführten Strahls an einer Strahlendstation;

Erfassen des Strahls an mindestens zwei ortsfesten Strahldetektoren in der Endstation an jeweiligen beabstandeten Stellen entlang der einen Richtung, um von jedem ortsfesten Detektor ein jeweiliges erstes charakteristisches Zeitsignal zu liefern, wenn der Strahl rasterartig über den jeweiligen ortsfesten Detektor geführt wird;

ferner Erfassen des Strahls mit einem beweglichen Strahldetektor, der stromaufwärts der Endstation angeordnet ist und zu jeder von mindestens zwei beabstandeten Positionen entlang der einen Richtung beweglich ist, um ein jeweiliges zweites charakteristisches Zeitsignal zu liefern, wenn der Strahl rasterartig über den beweglichen Detektor in jeder der beabstandeten Positionen geführt wird; und

Überwachen der Zeitverläufe der ersten und zweiten charakteristischen Signale, um die Parallelität des rasterartig geführten Strahls anzuzeigen.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

FIG. 2.

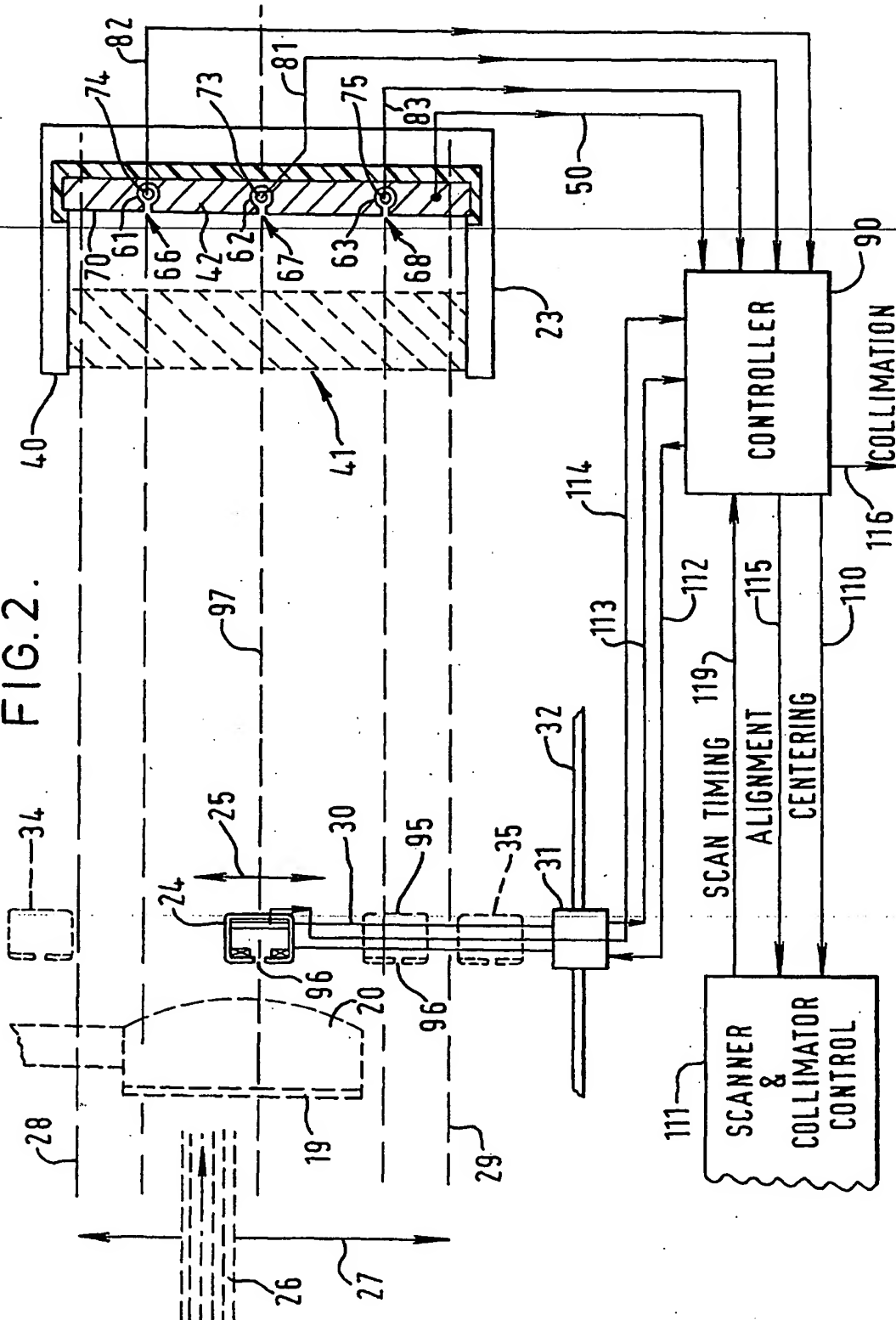


FIG. 3.

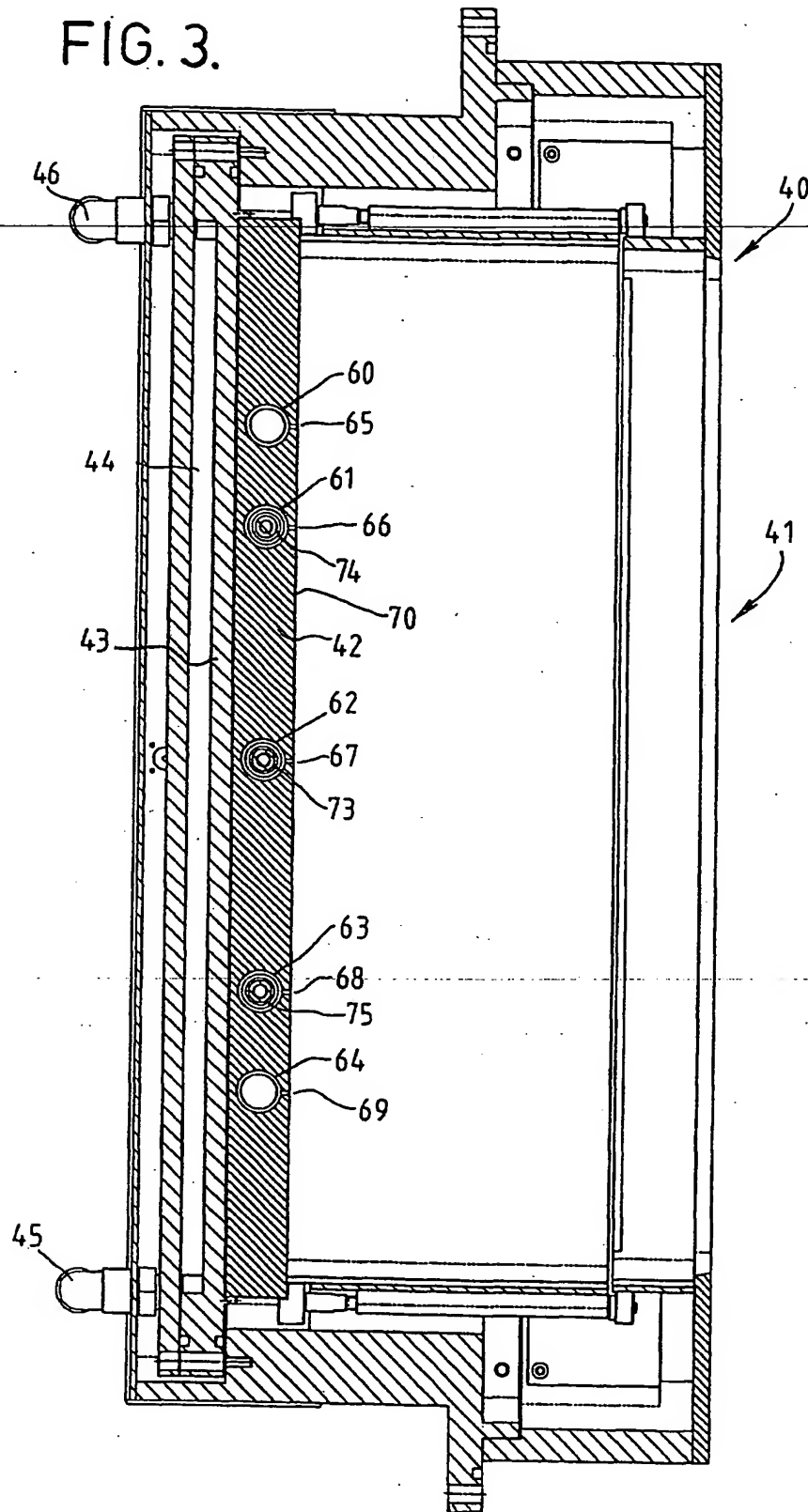


FIG. 4.

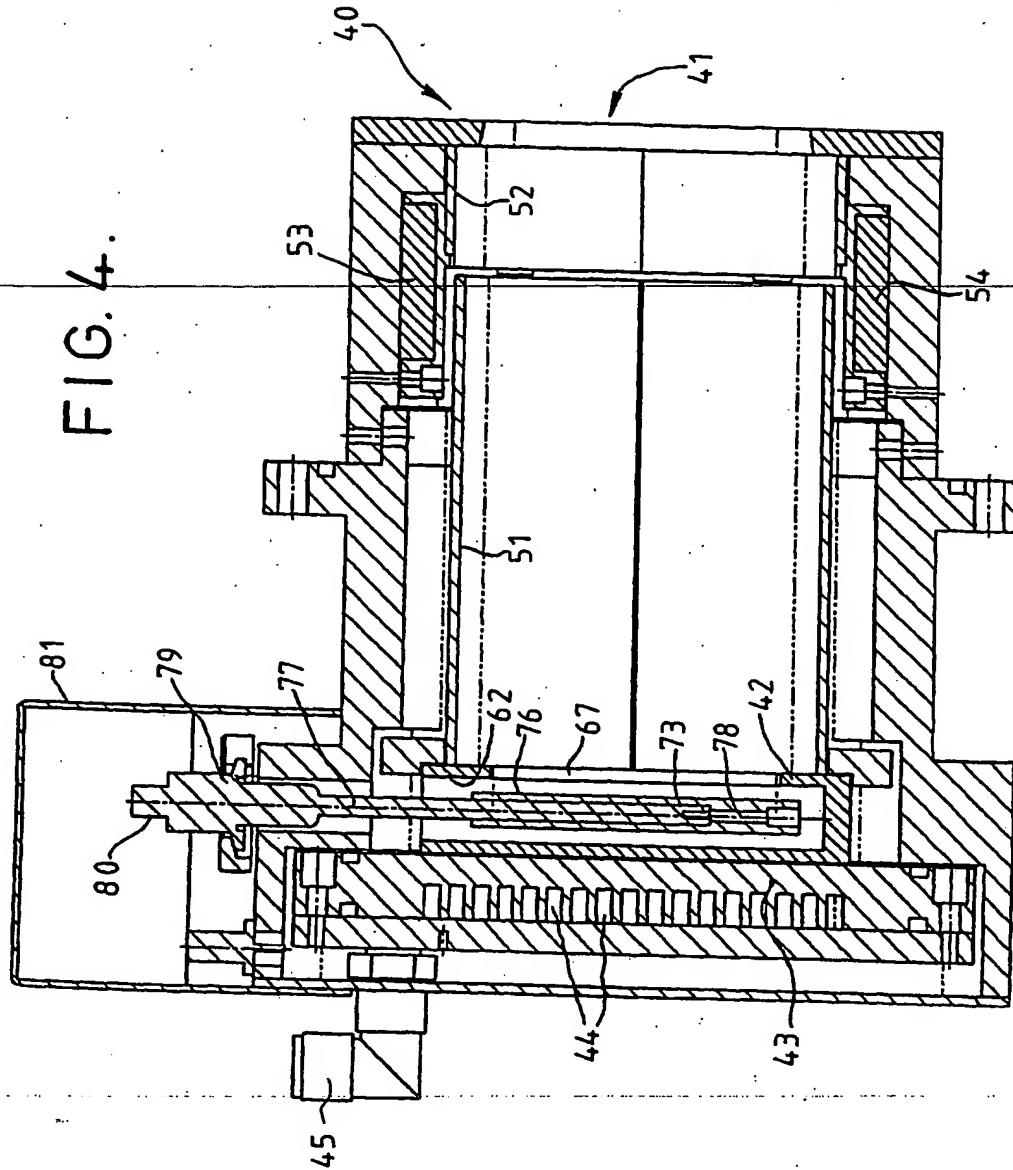


FIG. 5.

